

報 文

筋負荷および主観評価からみた乳がん術後女性の補整具重量の検討

諸岡晴美*, 佐野加永子**, 大目木幸子***, 渡邊敬子****, 谷田貝麻美子*****

Evaluation of Weight of Breast Pad Worn by Females after Breast Cancer Surgery
Considering Muscle Load and Subjective Feeling

Harumi Morooka*, Kaeko Sano**, Sachiko Oomeki***, Keiko Watanabe****, Mamiko Yatagai*****

The weight of breast pads worn by women for adjusting the breast shape after the removal of one breast owing to breast cancer surgery was evaluated from the viewpoint of muscle load and subjective feeling. Six females who had undergone breast cancer surgery participated as subjects. We conducted the following experiments: (i) electromyogram (EMG) measurements when using three types of pads made of silicone gel (weight: 189g), urethane foam (36g), and polyester padding (17g), respectively, and (ii) evaluating the subjective feeling when using a polyester pad with weights added in stages. The results showed that the lowest muscle load was observed for the most lightweight polyester pad among the three types of pads. Further, it was observed that the lighter the weight added to the polyester pad, the better is the comprehensive assessment, namely, the first main component obtained by principal component analysis. The balance evaluation did not depend on the breast volume of the healthy side.

Key words: Breast Cancer, Breast Pad, Weight, Muscle Load, Subjective Feeling

キーワード: 乳がん、補整パッド、重量、筋負荷、主観評価

1. 緒 言

乳がん手術には、乳房を全て摘出する全摘法と、がん細胞とその周辺だけを取り除いて乳房を残す温存法がある。近年では、温存法が多くなっているようであるが、いまだ全摘法に頼らざるを得ない場合がある。その場合には、片方の乳房の代替として補整具（以後、パッド）が用いられている。市販パッドの多くがシリコンゲル（以後、シリコン）やウレタンフォームである。これらのパッド素材については、「暑い」、「蒸れる」などの温熱的不快感とともに、「重い」、「肩がこる」、「左右のバランスが悪い」などと指摘されている^{1,2)}。

そこで筆者らは、既報³⁾において、市販のシリ

コンパッドやポリウレタンパッドの他、綿やポリエステルわたを用いてパッドを試作し、着用実験により温熱的快適性の観点から人体生理および着用感への影響を検討した。その結果、パッド素材の水分特性として、透湿性が高いことを前提に、高い吸湿性をもつ綿わたからなるパッドおよび綿パッドカバーが適切であることを明らかにした。試作の綿パッドは、17gという軽いものであり、市販パッドが「重い」という問題をも解決するものであったが、一方で「左右のバランス」といった点で課題が残った。

本研究では、補整具の適切な重量を検討することを目的とし、2種の実験を行った。一つ目の実

験は、重量の異なるパッドを用いて、上肢運動時の筋電図を測定し、パッド重量が筋負荷に及ぼす影響を検討した。二つ目の実験は、試作パッドに重りを付加することによって重量を6段階に調節し、重量感と左右のバランス感などの主観評価とパッド重量との関係を検討した。

2. 実験方法

2.1. 被験者

被験者には、乳房切除術（全摘）を行った41～68歳の乳がん術後者6名を用いた。被験者の詳細を表1に示す。被験者が普段用いているパッドの種類とその重量についても表中に記している。

表1 被験者の詳細




被験者	S1	S2	S3	S4	S5	S6
年齢	68	44	41	49	63	61
身長(cm)	158	162	159	157	157	157
体重(kg)	45.5	48.2	53.6	58.4	49.4	54.4
BMI	18.2	18.4	21.2	23.7	20	22.1
術式	全摘	全摘	全摘	全摘	全摘	全摘
術側	右側	左側	右側	左側	左側	右側
腋窩リンパ節郭清	あり	なし	あり	あり	あり	あり
術側の乳房体積(cc)	171.5	150.4	362.2	185.0	175.1	322.7
着 用 の ブラ パ ッド と	ブラジャーの種類	乳がん専用	乳がん専用	乳がん専用	乳がん専用	一般用
	パッドの素材	シリコン	シリコン	シリコン	シリコン	ウレタン(3枚)
	パッドの形状	ドライアングル	ドライアングル	ドライアングル	ドライアングル	横門(手製)
	カバー面のパッドの重さ(g)	111.0	106.7	150.0	101.7	11.6
					15.4	

2.2. 筋電図の測定方法

実験に用いたパッドは、市販のシリコンパッドS(189g)およびウレタンパッドU(36g)、既報³⁾で用いた試作のポリエステルパッドP(17g)である。パッドの詳細を表2に示す。ここで、綿パッドではなく、ポリエステルパッドを用いたのは、実験中に吸湿による重量変化を伴わないと判断したからである。

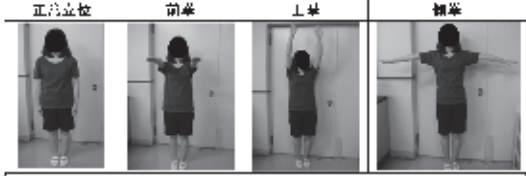
筋電図とは、筋肉を動かすことで発生する微弱な電気信号を抽出し増幅したものである。筋電図の測定は、テレメトリー筋・心電計MQ16および多用途生体情報解析プログラムVital Recorder

表2 実験に用いた市販パッドと試作パッドの詳細

	試料	素材	重量(g)	カバー素材	水分率(%)
市販	S		シリコンゲル	189 表: ポリエステル、ポリウレタン 裏: 綿100%	0.26
	U		ウレタンフォーム	36 なし	1.35
試作	P		ポリエステルわた	17 表: 綿100% 2wayトリコット (ポリエステル90%、ポリウレタン10%) 裏: スムースニット(綿100%)	2.26

測定準備	運動(P)	主観評価	休憩	運動(U)	主観評価	休憩	運動(S)	主観評価
	2	1	1	2	1	1	2	1

単位:分



横向きS図

図1 筋電図測定のプロトコル
(P, U, S, は試料記号を示す)

II(キッセイコムテック株式会社)を用い、サンプリング周波数1000Hzで筋電図を収録した。また、解析にはBIMUTAS-Videoを使用した。

測定動作を上肢運動とした。正常立位から上肢を前挙(10秒)－上挙(10秒)－側挙(10秒)とし、これを1セットとして3セット繰り返した。筋電図の測定部位は、三角筋、上腕二頭筋、胸筋、僧帽筋とし、術側と健側で測定を行った。プロトコルを図1に示す。

2.3. パッドの適正重量に関する実験方法

本実験では被験者の乳房体積に応じた適正重量を明らかにするため、試作したポリエステルわたパッド(17g)に、このパッド重量と合わせて、17g、50g、100g、150g、200g、280gとなるように調整した重りを加えた。重りにはガラスビーズを綿100%のスムースニットで作成した袋に詰めたものを用い、それぞれの重りを験者が被験者の術側カップ内に装着し、被験者が手で重量を感知しないように配慮した。それぞれの重りの測定順序は、被験者ごとにランダムとした。準備完了後に、被験者に日常的な動作や歩行を行わせ、「重量感」および「肩こり感」、「疲労感」、「鬱陶しさ」、「左右のバランス感(以後、バランス感)」について、SD法5段階で評価を行わせた。プロトコルを図2に示す。

ここで、日常的な動作とは、上肢の旋回、膝の屈伸、体幹部の前屈、荷物を持つ、体幹をひねるなどとした。ここで、荷物を持つ動作は、約35kg

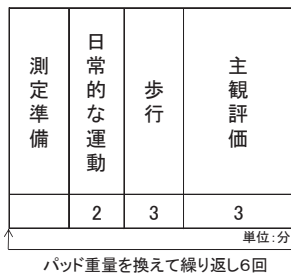


図2 パッドの適正重量検討のためのプロトコル

の鞆を両手および片手で持つとし、歩行は、トレッドミル上を3.0km/hの速度で3分間とした。

2.4. 乳房体積の測定方法

乳がん術後女性の健側の乳房体積を測定した。被験者S1～S5については、岡部らの研究⁴⁾と同一の被験者であったため、画像データを引用したが、解析には、Breast-RUGLE4（株式会社メディックエンジニアリング製）を用い、乳房と胸板を相同モデル化して健側の乳房体積を算出した。また、被験者S6については、C9036 Body Line Scanner（浜松ホトニクス株式会社製）を用いて、三次元画像を収録し、上述と同様の方法で乳房体積を算出した。

なお、研究に先立ち、京都女子大学臨床研究倫理審査委員会の承認を得た。被験者には、研究の目的を十分に説明した後、研究参加の同意を得た上で匿名性を確保して実験を行った。

3. 結果および考察

3.1. パッド重量が筋負荷に及ぼす影響

前挙、上挙、側挙の四肢動作について筋電図を各々10秒間測定したが、各動作開始から2秒間の四肢位置を変化する際の積分筋電図IEMGを以下の式によって算出した。

$$IEMG = \int_0^t |EMG(t)| dt$$

各動作3回のIEMGの平均値を図3に示す。まず、術側と健側のIEMGを比べてみると、各動作ともに健側のIEMGが大きかった。筋電図測定時にビデオ撮影を行っていないため確認することはできなかったが、健側の方が術側より四肢動作がしやすく十分に所定の位置まで四肢を動

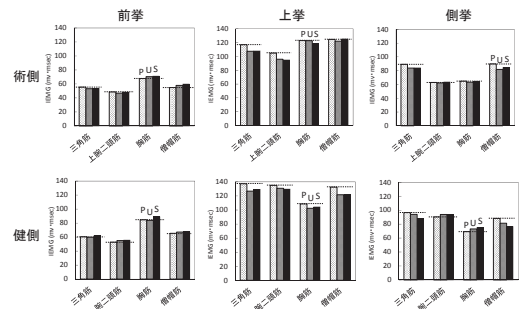


図3 各四肢動作における積分筋電図IEMG（動作開始から2秒間のデータを使用）

かすことができたためと考えられる。また、術側、健側ともに、上挙および側挙において、パッドP装着時のIEMGが他のパッド装着時よりも大きい傾向がみられ、特に筋負荷の大きい動作である上挙でその傾向が強かった。これについても、前述と同様な考察が成り立つと考えられ、最も軽いパッドPで、UやS装着時よりも十分に大きな動作ができたためではないかと推察される。一方、前挙においては、パッドPよりもパッドSでIEMGがやや大きい傾向がみられた。前挙動作については、被験者自身が上肢の高さを目で確認して所定の動作を行ったためと考えられ、健側と術側の四肢をとともに所定の位置まで同様に動かした場合には、重いパッドほど筋負荷が大きいと判断される。

さらに、健側は乳房であり、術側でのみパッドの種類（重量）が変化しているにもかかわらず、このように健側のIEMGが術側のパッドの影響を受けていることは、非常に興味深い事実である。

筋電図は、被験者の動作の仕方や筋肉、脂肪の付き方といった身体的特徴によって影響を受けやすい。そこで、最も軽いパッドPを基準に、被験者ごとに $\Delta IEMG(\%)$ を算出した。 $\Delta IEMG$ の算出式を以下に示す。

$$\Delta IEMG = \frac{E - E_p}{E_p} \times 100$$

ここで、 E_p はパッドPのIEMG、EはパッドSおよびパッドUのIEMGである。

前挙時の $\Delta IEMG$ の結果を図4に示す。術側では、胸筋で約5%、僧帽筋ではパッドUで約5%、パッドSで約10%の増加が観察された。健側では、

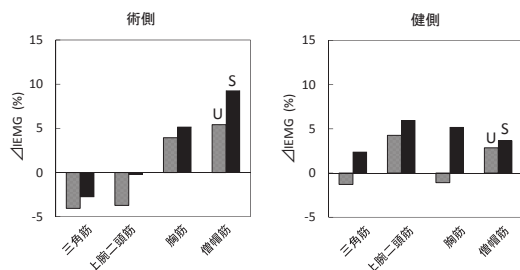


図4 前挙時の術側および健側の Δ IEMG
(パッドPを基準として)

パッドUで、上腕二頭筋および僧帽筋で Δ IEMGがやや高く、最も重いパッドSの Δ IEMGでは三角筋、上腕二頭筋、胸筋、僧帽筋のすべての筋で5%前後の増加が確認され、重いパッドほどIEMGが大きく、筋負荷の観点からは、軽いパッドが望ましいことがわかった。

3.2. パッド重量が主観評価に及ぼす影響

(1) 主観評価結果

「重量感」、「肩こり感」、「疲労感」、「鬱陶しさ」、「バランス感」の各主観評価項目間の相関係数 r を表3に示す。すべての項目間で危険率 $p < 0.01$ ($n=36$) で有意であった。特に「重量感」と「肩こり感」、「疲労感」、「鬱陶しさ」との間には、 $r > 0.9$ の高い正の相関が認められた。しかし、「重量感」と「バランス感」との間の相関係数は、 $r = 0.53$ であり、相関が低かった。

パッド重量と「重量感」との関係を図5に、「バランス感」との関係を図6に示す。パッド重量と「重量感」との関係では、いずれの被験者においてもパッド重量が増大するほど重いと評価した。各被験者に対して、それぞれランダムにパッド重量を変化させたにも関わらず、「重量感」がかなりの精度で捉えられていることがわかった。また、前述の主観評価項目間の相関係数から、重いと感

表3 各主観項目間の相関係数

	重量感	肩こり感	疲労感	鬱陶しさ	バランス感
重量感					
肩こり感	0.973 **				
疲労感	0.941 **	0.959 **			
鬱陶しさ	0.929 **	0.947 **	0.962 **		
バランス感	0.532 **	0.541 **	0.580 **	0.591 **	

じるほど、肩がこり、疲労感や鬱陶しさが増すことがわかった。次に、パッド重量と「バランス感」との関係では、被験者S1、S5、S6がパッド重量の増大とともにバランス感が悪いと評価し、被験者S2、S4はパッド重量とともにバランスが良いと評価、被験者S3はパッド重量の変化に対して、すべて普通(4点)と評価するなど、被験者ごとに評価の傾向が大きく異なった。

これらの結果について、被験者の健側の乳房体積との関係から考察してみる。各被験者の乳房体積の結果は、表1に示す通りであり、S1が171.5cc、S2が150.4cc、S3が362.2cc、S4が185.0cc、S5が175.1cc、S6が322.7ccであった。被験者S1、S2、S4、S5の乳房体積は150～185ccとほぼ同様であったが、被験者S2とS4は、重いパッドほど「バランス感」がよいと評価し、被験者S1とS5は重いパッドほど「バランス感」が悪いと評価した。一方、被験者S2、S4は、普段のパッドにシリコンパッドを使用しており、パッド重量の大きなものに慣れていたため、パッドが重いほど「バランス感」がよいと感じたとも考えられるが、同様に普段にシリコンパッドを使っている被験者S1や軽いウレタンパッド使用のS5は、パッド重量が大きくなるほど「バランス感」が悪いと評価した。一方、被験者S3およびS6は、乳房体積が322～362ccとかなり大きかったが、普段から自作の軽い綿パッドを用いているS6ではパッド重量の増加とともにバランス感が悪いと評価し、シリコンパッド使いのS3では、パッド重量に伴うバラン

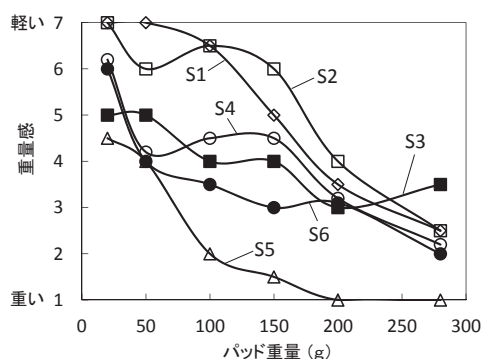


図5 パッド重量と主観評価「重量感」との関係
(S1～S6は被験者記号)

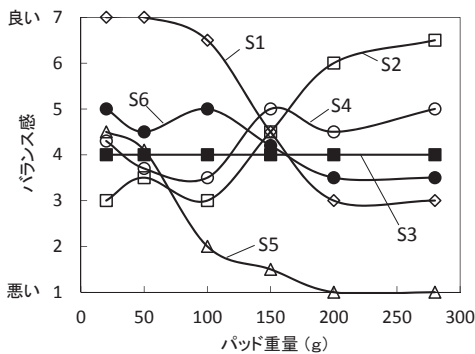


図6 パッド重量と主観評価「バランス感」との関係
(S1～S6は被験者記号)

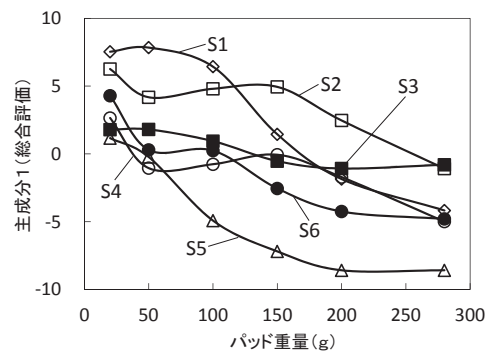


図7 パッド重量と主成分1「総合評価」との関係
(S1～S6は被験者記号)

ス感の変化を捉えていないなど、「バランス感」の評価に及ばす要因が明らかでなかった。そこで次に、主成分分析および重回帰分析を行った。

(2) 主成分分析による総合評価

5項目の主観評価結果を用いて、主成分分析を行い、形容語の集約を行った。結果を表4に示す。主成分1は、すべての主成分負荷量が正であり、「総合評価」と名付けた。また、主成分2を「バランス評価」と名付けた。寄与率は、主成分1が83.2%、主成分2が12.6%であり、累積寄与率は、95.9%と非常に高かった。

パッド重量と「総合評価」との関係を図7に示す。被験者S3ではパッド重量に伴う「総合評価」の変化がやや小さいものの、すべての被験者でパッド重量の増加とともに「総合評価」が低下しており、乳房体積が300cc以上であった被験者S3とS6でも同様の傾向がみられた。

表4 主成分負荷量

	主成分1	主成分2
重量感	0.957	-0.173
肩こり感	0.966	-0.184
疲労感	0.968	-0.089
鬱陶しさ	0.965	-0.069
バランス感	0.666	0.745
固有値	4.16	0.63
寄与率(%)	83.2	12.6
累積寄与率(%)	83.2	95.9

(3) 重回帰分析による「総合評価」および「バランス評価」の要因分析

主観評価に及ばす要因を、さらに詳細に検討するために、重回帰分析を行った。目的変数を「総合評価」および「バランス評価」とし、説明変数を被験者の年齢(A)、乳房体積(V)、普段使用しているパッド重量(P)、実験時のパッド重量(W)とし、変数増加法($F > 2.0$)を用いて行った。

結果を表5に示す。主成分1「総合評価」では、説明変数のうちWとPが有意な因子としてあげられ($p < 0.01$)、標準偏回帰係数から、実験時のパッドが軽いほど「総合評価」が高く、普段使っているパッドが重い人ほど「総合評価」を高く評価する傾向がみられた。しかし、年齢Aや乳房体積Wとの関係はみられなかった。

次に、「バランス評価」についてみると、実験時のパッド重量Wのみが有意な因子としてあげられ、Wが大きくなるほど評価が悪くなることがわかった($p < 0.05$)。また、普段のパッド重量Pや年齢A、乳房体積Wとの関係はみられなかった。

表5 「総合評価」および「バランス評価」の重回帰分析

主成分1「総合評価」	偏回帰係数	標準偏回帰係数	F値	p値	判定
実験時のパッド重量 W	-0.031	-0.646	36.460	0.000	[**]
普段使用のパッド重量 P	0.037	0.453	17.901	0.000	[**]
定数項	1.018		0.883	0.354	[]

主成分2「バランス評価」	回帰係数	標準偏回帰係数	F値	p値	判定
実験時のパッド重量 W	0.002	0.331	4.184	0.049	[*]
定数項	-0.303		2.902	0.098	[]

4. 結 語

本研究では、補整具の適切な重量を検討することを目的とし、パッド素材の重量による相違が筋負荷に及ぼす影響を明らかにした。また、試作パッドに重りを付加することによって重量を調節し、重量感と左右のバランス感などの主観評価とパッド重量との関係を明らかにした。

被験者自身が上肢の位置を確認できたと考えられる前挙において、最も軽いポリエステルわたパッド (P) で積分筋電図 IEMG が小さく、筋負荷が小さいことがわかった。しかし、上挙や側挙においては、パッド P の方がウレタンパッド (U) やシリコンパッド (S) よりも IEMG が大きい傾向がみられた。上挙や側挙動作においては、重いパッドで上肢を所定の位置まで十分に挙げられなかったことがその理由として考えられた。このことは、健側の方が術側よりも IEMG が大きかったことから裏付けられた。これらのことから、軽いパッドほど筋負荷が小さいことが明らかとなった。

「重量感」と「肩こり感」、「疲労感」、「鬱陶しさ」との間には高い相関がみられ、パッド重量が大きくなるほど、重い、肩がこる、疲れる、鬱陶しいと評価されることがわかった。しかし、「バランス感」との間の相関は低かった。

また、主成分分析の結果、主成分1として「総合評価」、主成分2として「バランス評価」があげられた。そこで、これらを目的変数とし、被験

者の年齢、乳房体積、普段使用しているパッド重量、実験で使用したパッド重量を説明変数として重回帰分析を行った。その結果、「総合評価」はパッドが軽いほど高いが、普段使いのパッド重量の影響も受けることがわかった。「バランス評価」についても、パッドが軽いほどバランス評価が高いことがわかり、健側の乳房体積との関係はみられず、乳房の大きな女性であっても軽いパッドが望ましいことが明らかとなった。

最後に、本研究のきっかけと研究協力をいただきました元京都女子大学教授岡部和代先生に深く感謝申し上げます。本研究は、JSPS 科研費 (B) 22300252 および科研費 (A) 25242011 の助成によって行われたものであることを記し、ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 谷田貝麻美子, 阿部恭子ほか: 乳がん術後の衣生活における諸問題 ―質問紙調査の概要―, 家政誌, 61(6): 365-373 (2010)
- 2) 川端博子, 谷田貝麻美子: 乳がん術後女性のブラジャーの着用実態からみた不具合, 家政誌, 62(10): 649-658 (2011)
- 3) 諸岡晴美, 佐野加永子, 谷田貝麻美子: 温熱的観点からみた乳がん術後女性のための補整具素材の水分特性, 繊維誌, 印刷予定
- 4) 岡部和代, 諸岡晴美, 谷田貝麻美子: 胸部形状に左右差のある乳がん術後女性の補整パッド装着時の着用感, 衣服圧, 重心について, 繊維誌, 54(1): 68-75 (2012)